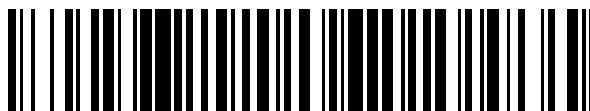


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 569**

51 Int. Cl.:

**H04N 7/26** (2006.01)

**G06T 5/10** (2006.01)

**H04N 7/50** (2006.01)

**G06T 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2006 E 06744555 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013 EP 1894413**

54 Título: **Procesado de imágenes de secuencias de vídeo basadas en DCT en un dominio comprimido**

30 Prioridad:

**21.06.2005 US 159392**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**16.10.2013**

73 Titular/es:

**CORE WIRELESS LICENSING S.À.R.L. (100.0%)  
16, avenue Pasteur  
2310 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**LUO, JIANGOONG;  
CHEBIL, FEHMI y  
ISLAM, ASAD**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 425 569 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procesado de imágenes de secuencias de vídeo basadas en DCT en un dominio comprimido.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al sector del procesado de imágenes de datos de vídeo, particularmente en el dominio de señales comprimidas.

10 **Antecedentes de la invención**

Las videocámaras digitales se están extendiendo de forma creciente en el mercado. Los últimos teléfonos móviles están equipados con videocámaras que ofrecen a los usuarios las capacidades de filmar fragmentos de vídeo y enviarlos a través de redes inalámbricas.

15 Las secuencias de vídeo digital presentan un tamaño de archivo muy elevado. Incluso una secuencia de vídeo corta está compuesta por decenas de imágenes. Como consecuencia, el vídeo siempre se guarda y/o transfiere en forma comprimida. Existen varias técnicas de codificación de vídeo que se pueden usar con ese fin. El H.263 y el MPEG-4 son los formatos de compresión normalizados más ampliamente usados, adecuados para entornos celulares inalámbricos.

20 Para permitir que los usuarios generen vídeo de calidad en sus terminales, es imprescindible que los dispositivos que disponen de videocámara, tales como los teléfonos móviles, proporcionen capacidades de edición de vídeo. La edición de vídeo es el proceso de transformar y/u organizar secuencias de vídeo disponibles en una secuencia de vídeo nueva.

25 Las cámaras existentes en los teléfonos móviles no son comparables, en cuanto a rendimiento, con las cámaras digitales más sofisticadas disponibles en el mercado. Como consecuencia, el vídeo capturado a partir de dichas cámaras habitualmente padece una calibración que da como resultado niveles de brillo y contraste degradados, así como un equilibrio colorimétrico deficiente. Como consecuencia, entre las operaciones más ampliamente requeridas en la edición de vídeo se encuentra la mejora de la percepción visual de la calidad de vídeo. Esto incluye el ajuste de los niveles de brillo y de contraste del fragmento de vídeo.

30 El ajuste del brillo y el contraste de una imagen fija requieren cambiar los coeficientes de la imagen, lo cual se realiza habitualmente en el dominio espacial. Para dispositivos móviles limitados, el ajuste del brillo o el contraste de un vídeo (que comprende cientos de cuadros) es muy costoso y exigente sobre los recursos del sistema. Esto se convierte en un problema todavía mayor cuando se considera que el usuario puede experimentar con el nivel de ajuste muchas veces antes de lograr el resultado deseado.

35 La mayoría de herramientas de edición de vídeo posibilitan que los usuarios apliquen efectos de mejora de imagen sobre la misma. Un ejemplo es aumentar o reducir el brillo cuando el vídeo original es demasiado oscuro o tiene demasiado brillo. En las herramientas de edición de vídeo, se requieren operaciones similares para producir una mejor representación de los fragmentos de vídeo.

40 Varios productos comerciales soportan dichas características, aunque los mismos están dirigidos principalmente a la plataforma de PC. Estos productos adoptan un planteamiento directo aplicando los efectos de mejora de vídeo en el dominio espacial. Más específicamente, en primer lugar descomprimen los fragmentos de vídeo a su formato original, a continuación manipulan los valores de píxel de las secuencias de imágenes originales, y finalmente comprimen las secuencias de imágenes originales mejoradas en el flujo continuo de bits comprimido. A este proceso se le denomina edición de vídeo en el dominio espacial.

45 No obstante, la edición de vídeo en el dominio espacial consume un número elevado de recursos, incluyendo memoria, almacenamiento, y poder de cálculo. Aunque esto no representa un problema tan grande para los PC de escritorio actuales, es sin embargo de forma definitiva un problema para dispositivos móviles que están equipados con procesadores de baja potencia y recursos reducidos de memoria y almacenamiento. El proceso de decodificación y codificación tarda mucho tiempo y consume una gran cantidad de energía de la batería en estos dispositivos. Por lo tanto, el esquema en el dominio espacial no es una solución viable para dispositivos móviles.

50 En la técnica anterior, para llevar a cabo un ajuste de brillo o contrastes sobre fragmentos de vídeo, los fragmentos de vídeo en primer lugar se decodifican al formato original. A continuación, las secuencias de imágenes originales se ajustan al nivel designado de brillo o contraste. Finalmente, las secuencias de imágenes originales mejoradas se codifican nuevamente. Este planteamiento es significativamente exigente desde el punto de vista computacional, especialmente la parte de codificación.

65 Posteriormente se proporciona, en referencia a la figura 2, un ejemplo de edición de vídeo de ajuste de brillo y contraste en el dominio espacial.

El ajuste de brillo se refiere a los casos de aumento o reducción de la intensidad de la luminancia del fragmento de vídeo en un valor constante. El ajuste de contraste se refiere a los casos de estiramiento de la diferencia entre intensidades de luminancia dentro de un cuadro.

5 Para lograr estos ajustes de vídeo y contraste en el dominio espacial, se lleva a cabo la siguiente operación una vez que el vídeo se ha decodificado completamente:

$$\tilde{V}(x, y, t) = V(x, y, t) + K \quad (1)$$

$$\tilde{V}(x, y, t) = \lambda \cdot [V(x, y, t) - \eta] + \eta \quad (2)$$

10 donde (1) representa el ajuste de brillo y (2) representa el ajuste de contraste,  $V(x, y, t)$  es la secuencia de vídeo decodificada,  $\tilde{V}(x, y, t)$  es el vídeo editado,  $x, y$  son las coordenadas espaciales de los píxeles en los cuadros y  $t$  es el eje temporal.  $K$  es el valor de ajuste del brillo, el cual es constante para todos los píxeles del cuadro. Un valor positivo de  $K$  hará que el vídeo tenga más brillo, mientras que un valor negativo de  $K$  hará que el vídeo sea más oscuro.  $\lambda > 0$  es el factor de estiramiento para el ajuste de contraste, que es constante para todos los píxeles del cuadro. Si  $\lambda$  es mayor que 1, el vídeo resultante tiene un nivel de contraste mayor, mientras que si  $\lambda$  está entre 0 y 1, el vídeo resultante tiene un nivel de contraste menor. Un valor de  $\lambda = 1$  no da como resultado ningún cambio en la imagen.  $\eta$  representa la media de intensidades de píxel en un cuadro particular. La ecuación (2) muestra que, para el ajuste de contraste, las intensidades de los píxeles se estiran de manera uniforme; el centro de estiramiento es la media de las intensidades de píxel.

20 Después de modificar los valores de píxel de un cuadro de vídeo, el cuadro resultante se alimenta al codificador para su re-codificación, que es un proceso que consume mucho tiempo.

25 En "Mediaprocesamiento en el dominio comprimido", Institute of Electrical and Electronics Engineers, 25.2.1996, páginas 204 a 209, de Bashkaran, se da a conocer un método que posibilita un procesamiento/ajustes, en el dominio DCT, de secuencias de vídeo basadas en DCT, por ejemplo, MPEG, ajustando los componentes DCT.

30 La solicitud de patente US 2002/141496A1 da a conocer un método para ajustar el contraste en secuencias de vídeo MPEG-2 ajustando los componentes DCT.

La patente US nº 6.633.673 B1 describe un método para ajustar componentes DCT en una secuencia de vídeo MPEG con el fin de lograr un ajuste del brillo.

35 En la publicación "Image enhancement using contrast measure in the compressed domain", de Tang *et al.*, *IEEE Signal Processing Letters* Vol. 10, nº 10, 1 de octubre de 2003, página 289 a 292, un método para llevar a cabo un ajuste de contraste en una secuencia de vídeo basada en DCT, por ejemplo, MPEG-2, manipulando los coeficientes DCT.

#### 40 **Sumario de la invención**

El objetivo de la presente invención es proporcionar una metodología y un dispositivo para el procesamiento de imágenes de una secuencia de vídeo basada en la transformada de coseno discreta (DCT), el cual supere las deficiencias del estado de la técnica.

45 Esta invención proporciona una técnica para llevar a cabo mejoras sobre secuencias de vídeo en el dominio de las señales comprimidas. La ejecución de los ajustes en el dominio de las señales comprimidas soluciona el problema del coste computacional asociado a los dispositivos móviles. Las operaciones de mejora de vídeo que se pueden lograr con esta técnica pueden incluir el aumento o la reducción del brillo y el aumento o la reducción del contraste y también la compensación de las sombras.

Los objetivos de la presente invención se alcanzan por medio de la materia en cuestión definida en las reivindicaciones independientes adjuntas.

55 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para aplicar por lo menos uno de un ajuste de control y un ajuste de brillo a una secuencia de vídeo basada en DCT, con compensación de movimiento, comprimida. Dicho método comprende en general las etapas de: proporcionar dicha secuencia de vídeo basada en DCT, comprimida, y aplicar una operación de procesamiento de imágenes sobre dicha secuencia de vídeo en el dominio de las señales comprimidas, dando como resultado una secuencia de vídeo comprimida, con procesamiento de imágenes. La manipulación de imágenes en el dominio de las señales comprimidas de acuerdo con la presente invención proporciona una técnica efectiva que permite la mejora de imágenes en el dominio de las señales

comprimidas y también un ahorro de poder computacional. Sin embargo, se evitan las etapas de decodificación y codificación de una secuencia de vídeo digital. Dicha aplicación se ejecuta ajustando componentes DCT que definen dicha secuencia de vídeo basada en DCT. De este modo, se proporciona una relación ventajosa entre el dominio espacial y el dominio DCT. Por tanto, ajustando componentes DCT se logra una manipulación de imágenes en el dominio espacial.

Dicho ajuste de componentes DCT se proporciona mediante decodificación parcial y codificación de dicha secuencia de vídeo basada en DCT. No obstante, en ocasiones se requiere una codificación parcial y decodificación para obtener una manipulación apropiada de imágenes de la secuencia de vídeo basada en DCT.

La presente invención posibilita un ajuste de contraste o un ajuste de brillo de dicha secuencia de vídeo basada en DCT. Llevando a cabo el ajuste de contraste o brillo, un usuario puede mejorar o modificar la secuencia de vídeo. Por tanto, se logra una manipulación conveniente de datos de imágenes de acuerdo con la presente invención.

Según otra forma de realización de la presente invención, dicho ajuste de contraste se basa en la siguiente expresión:

$$Y'(n,m) = \begin{cases} \lambda \cdot Y(n,m) + (\lambda - 1) \cdot \overline{Y_{DC}} & m = n = 0 \\ \lambda \cdot Y(n,m) & m \neq 0 \text{ o } n \neq 0 \end{cases}$$

en la que:

- $m, n$  son coordenadas en el dominio de la frecuencia;
- $Y'(n,m)$  es la transformada DCT de la imagen editada;
- $\lambda$  es un factor de escala de contraste;
- $Y(n,m)$  es la transformada DCT de la imagen original;
- $\overline{Y_{DC}}$  es el promedio de los coeficientes DC de todos los bloques dentro de la imagen.

Según otro aspecto de la presente invención, dicho ajuste de brillo se basa en la siguiente expresión:

$$Y_q'(n,m) = \begin{cases} Y_q(n,m) + 8 \cdot K/Q_{DC}; m = n = 0 \\ Y_q(n,m); \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

donde  $K'$  se corresponde con el valor de ajuste de brillo en el dominio de las señales comprimidas y viene dado por:

$$K' = \begin{cases} 8 \cdot K/Q_{DC}; m = n = 0 \\ 0; \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

en la que:

- $m, n$  son coordenadas en el dominio de la frecuencia;
- $Y_q'(n,m)$  es la transformada DCT de la imagen editada;
- $Y_q(n,m)$  es la transformada DCT de la imagen original;
- $Q_{DC}$  es la escala de cuantificación para el coeficiente DC.

Según la presente invención, se proporciona una compensación del efecto de sombra sobre la base de dicha aplicación de dicho procesado de imágenes de dicha secuencia de vídeo basada en DCT. De este modo, se puede procesar una operación de mejora adicional de la imagen.

Dicha compensación del sombreado se proporciona compensando residuos cuando, en un cuadro previo, se detectan píxeles fuera de rango. Esta metodología proporciona un método ventajoso para detectar y compensar efectos de sombreado dentro de la secuencia de vídeo.

Dichos píxeles fuera de rango se detectan en la secuencia de vídeo basada en DCT fijando umbrales para coeficientes DC y AC. Por lo tanto, se proporciona una manipulación en el dominio de las señales comprimidas ajustando componentes DCT, de forma que se evitan operaciones exigentes desde el punto de vista computacional para la codificación o decodificación respectivamente.

Dicha compensación del efecto de sombra se proporciona decodificando parcialmente ciertos cuadros de dicha secuencia de vídeo, donde existe una posibilidad de coeficientes fuera de los límites. Por lo tanto es necesaria solamente una decodificación parcial lo cual evita operaciones complejas y exigentes desde el punto de vista

computacional.

Según otro aspecto de la presente invención, dicha secuencia de vídeo es un flujo continuo de bits H.263 digital que representa dicha secuencia.

5 Según otro aspecto de la presente invención, la magnitud del cambio en la intensidad de los píxeles es exactamente la misma magnitud de cambio en el coeficiente DC si se aplica dicho ajuste de brillo de dicha secuencia para macrobloques intra-codificados, sobre la base de un flujo continuo de bits H.263.

10 Según otro aspecto de la presente invención, dicha secuencia de vídeo es un flujo continuo de bits mpeg-4 digital que representa dicha secuencia.

Según otro aspecto de la presente invención, dicho ajuste de contraste en dicha secuencia representada por dicho flujo continuo de bits mpeg-4 se proporciona como un proceso de una pasada para macrobloques intra-codificados.

15 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa de ordenador o una herramienta de software para el procesado de imágenes de una secuencia de vídeo basada en DCT, en relación con un entorno definido, que comprende secciones de código de programa almacenadas en un soporte legible, para llevar a cabo las etapas de los métodos previamente mencionados, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador, un dispositivo basado en microprocesador, un terminal, un dispositivo de red, un terminal móvil, o un terminal portátil habilitado para comunicaciones.

25 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un módulo adaptado para aplicar por lo menos uno de un ajuste de contraste y un ajuste de brillo a una secuencia de vídeo basada en DCT, con compensación de movimiento, comprimida, correspondiente a una operación de procesado de imágenes. Dicho módulo comprende un componente para proporcionar dicha secuencia de vídeo basada en DCT, comprimida, y un componente para aplicar dicha operación de procesado de imágenes sobre dicha secuencia de vídeo en el dominio de las señales comprimidas dando como resultado una secuencia de vídeo comprimida, con procesado de imágenes.

30 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo móvil adaptado para aplicar por lo menos uno de un ajuste de contraste y un ajuste de brillo a una secuencia de vídeo basada en DCT, con compensación de movimiento, comprimida, correspondiente a una operación de procesado de imágenes. Dicho dispositivo comprende: por lo menos un módulo para procesado de imágenes, una interfaz de I/O, una unidad de memoria, una interfaz de comunicaciones y una CPU adaptada para controlar todas las entidades dentro de dicho dispositivo móvil.

35 Se pondrán de manifiesto ventajas de la presente invención para el lector de la misma, cuando se lea la descripción detallada referente a formas de realización de la presente invención, sobre cuya base el concepto de la misma es fácilmente comprensible.

40 Durante toda la descripción detallada y los dibujos adjuntos, se remitirá a componentes, unidades o dispositivos iguales o similares mediante los mismos numerales de referencia, por motivos de claridad.

45 Se observará que las denominaciones dispositivo portátil y dispositivo móvil se usan como sinónimos durante toda la descripción.

**Breve descripción de los dibujos**

50 Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una mejor comprensión de la invención, y se incorporan en esta memoria descriptiva constituyendo parte de la misma. Los dibujos ilustran formas de realización de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos,

55 la figura 1 muestra un diagrama de flujo que ilustra el principio del método para procesado de imágenes de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 muestra un proceso de mejora o manipulación de vídeo en el dominio espacial de acuerdo con la presente invención;

60 la figura 3 muestra un proceso de manipulación de vídeo en el dominio de las señales comprimidas;

la figura 4 se corresponde con un módulo para procesado de imágenes de acuerdo con la presente invención; y

65 la figura 5 representa un dispositivo móvil o un dispositivo electrónico de consumo, respectivamente de acuerdo con la presente invención.

**Descripción detallada de las formas de realización preferidas**

En referencia a la figura 1, se representa un diagrama de flujo que ilustra el principio de la metodología de acuerdo con la presente invención. En una operación S100 se da inicio a la secuencia de funcionamiento. De acuerdo con la descripción antes mencionada del concepto de la invención, se lleva a cabo una provisión u obtención, respectivamente de una secuencia de vídeo basada en DCT, que se muestra en referencia a una operación S110. La secuencia basada en DCT se origina a partir de una secuencia original que se obtiene por medio de una videocámara o similar. Es concebible también que la secuencia de vídeo estuviera almacenada previamente en una memoria.

En una operación S120 se prevé la aplicación de una operación de procesamiento de imágenes sobre la secuencia de vídeo comprimida. En la siguiente descripción se expondrán detalladamente los antecedentes teóricos de dicha operación de procesamiento de imágenes. Dicha operación de procesamiento de imágenes puede comprender diferentes etapas, como corrección de vídeo o contraste, o, de acuerdo con la presente invención, un algoritmo de compensación de sombreado. De forma ventajosa, todas las etapas se proporcionan dentro del dominio de las señales comprimidas (dominio basado en DCT), con lo que no es necesaria ninguna codificación completa de cada una de las imágenes en la secuencia de vídeo. Después de la operación de ajuste S120, se puede proporcionar la secuencia de vídeo nueva y con procesamiento de imágenes, representada en referencia a una operación S130, de manera que es posible un procesamiento o almacenamiento adicional.

Si no se lleva a cabo ningún procesamiento adicional, el método llega a su fin en la operación S150 y el mismo se puede reiniciar, lo cual se corresponde con una nueva iteración.

En referencia a la figura 2, se proporciona un sistema de ajuste de vídeo que funciona en el dominio espacial. El sistema tiene, como entrada, un fragmento de vídeo habitual transformado por DCT, y, posteriormente, se cruzarán varios bloques operativos, tal como se muestra en la figura 2. La parte superior de la figura 2 simboliza en general el trayecto de decodificación, y el trayecto inferior se corresponde con el proceso de codificación de manera que, en la salida de dicho sistema, se proporciona un fragmento de vídeo editado. En esta forma de realización particular, dicho fragmento de vídeo editado estará disponible también en formato DCT o comprimido, respectivamente.

En un sistema de compresión de vídeo, el cual se representa en referencia al trayecto inferior según la figura 2, se aprovechan las redundancias tanto temporales como espaciales. Para aprovechar la redundancia temporal, se codifican únicamente los cambios entre los cuadros consecutivos. El movimiento en el cuadro actual se estima o predice a partir del cuadro previo. A continuación, el cuadro con movimiento compensado o predicho se resta del cuadro original.

Al proceso de construir la predicción se le denomina compensación de movimiento S230 y S260. En la mayoría de sistemas de compresión de vídeo, la compensación del movimiento se basa en bloques. Más específicamente, cada cuadro se divide en bloques (denominados macrobloques) y se asigna un vector de movimiento a cada macrobloque o bloque. El vector de movimiento de un macrobloque o un bloque apunta a un macrobloque o un bloque en el cuadro codificado previo, el cual presenta la menor diferencia con respecto al macrobloque. Al proceso de encontrar estos vectores de movimiento se le denomina estimación de movimiento. El proceso de compensación de movimiento usa los vectores de movimiento previamente determinados para reconstrucción de imágenes o incluso para la mejora de imágenes, por ejemplo. El proceso de compensación/estimación de movimiento es altamente exigente desde el punto de vista computacional, y consume una gran parte del tiempo de procesamiento en el proceso de codificación completo.

La redundancia espacial dentro de un cuadro se aprovecha aplicando transformadas sobre los datos residuales. En un sistema de codificación de vídeo basado en DCT, que es lo que usan la mayoría de normativas de compresión de vídeo, se aplica una transformada DCT 2D sobre bloques de 8x8. Como consecuencia de la transformada DCT, las intensidades de los píxeles se convierten en coeficientes DCT, que representan la distribución de energía del bloque de entrada sobre frecuencia espacial. Después de la transformada DCT, la energía del bloque de 8x8 está altamente concentrada en los coeficientes de baja frecuencia mientras que los coeficientes de alta frecuencia habitualmente disminuyen. Por lo tanto, son necesarios únicamente unos pocos coeficientes para la codificación y la transmisión.

La ecuación de transformada DCT se muestra a continuación y se representa según la S270:

$$Y(n, m) = \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{j=0}^7 \sum_{i=0}^7 I(i, j) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i + 1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j + 1)\right) \quad (3)$$

$$C_k = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & k = 0 \\ 1 & k \neq 0 \end{cases}$$

en la que,  $i, j$  son las coordenadas espaciales de un píxel en un bloque,  $n, m$  son las coordenadas en el dominio de la frecuencia,  $I$  es la intensidad de un píxel,  $C_k$  es el factor de escala, e  $Y(n, m)$  son los coeficientes DCT. Al coeficiente de frecuencia más baja  $Y(0,0)$  se le denomina coeficiente DC y representa la intensidad media del bloque de  $8 \times 8$ . Al resto de los coeficientes se les denomina coeficientes AC.

5 En el proceso de codificación que se representa en referencia al trayecto inferior en la figura 2, después de aplicar la transformada DCT sobre cada bloque de  $8 \times 8$  S270, los coeficientes DCT se cuantifican en correspondencia con una operación S280. Después de la cuantificación, el número de coeficientes DCT diferentes de cero se reduce adicionalmente (no se representa). Los coeficientes diferentes de cero se codifican por entropía S290 y son transmitidos o suministrados. No obstante, a continuación puede procesarse o almacenarse adicionalmente un fragmento de vídeo procesado o editado.

15 En el proceso de decodificación, se lleva a cabo lo inverso de las operaciones anteriores (véase proceso de codificación). En primer lugar, los flujos continuos de bits se decodifican por entropía, representándose en referencia a una operación S200, y a continuación a los coeficientes DCT se les aplica el proceso inverso a la cuantificación tal como se muestra en una operación S210. Los coeficientes DCT se transforman inversamente S220 para producir el cuadro residual. El residuo se adiciona al cuadro reconstruido que se genera a partir del cuadro decodificado previo para restablecer el cuadro original no comprimido, en correspondencia con las operaciones S230 y S240. A continuación, se puede procesar adicionalmente una secuencia de vídeo decodificada, en el dominio espacial. En esta forma de realización ejemplificativa, se ofrece una operación de mejora de vídeo en referencia a una operación S250. Dicha mejora puede comprender diferentes operaciones, como ajuste de vídeo o contraste, o similares. Dicha secuencia de vídeo ajustada, en el dominio espacial, se usa como entrada para el proceso correspondiente de codificación (*encoding* o *coding*) con el fin de obtener el fragmento de vídeo editado previamente mencionado.

25 En el proceso de compresión, no todos los bloques se codifican con la información residual. Algunos bloques se codifican con sus valores de píxel originales. Esto ocurre si, por ejemplo, el cuadro previo no está disponible o la codificación del residuo requiere más bits que la codificación del cuadro original. A la codificación de los valores de píxel originales se le denomina intra-codificación, y a la codificación de los valores de píxel residuales se le denomina inter-codificación.

30 La mejora de vídeo en el dominio espacial que requiere una total decodificación y re-codificación de flujos continuos de bits de vídeo es altamente compleja puesto que se deben invocar algunos procesos exigentes desde el punto de vista computacional, tales como compensación/estimación de movimiento. Por el contrario, una mejora de vídeo en el dominio de las señales comprimidas manipula los coeficientes DCT, lo cual evita dichos procesos complejos. Por lo tanto, se puede lograr una aceleración sustancial. Este proceso o sistema se muestra en referencia a la figura 3, que describe un sistema de procesamiento de imágenes en el dominio de las señales comprimidas de acuerdo con el concepto inventivo de la presente invención.

40 El fragmento de vídeo de entrada es una secuencia de vídeo basada en DCT. En una primera operación S300, se proporciona una decodificación por entropía y, posteriormente, prosigue una operación de proceso inverso a la cuantificación S310, tal como ya se ha descrito en referencia a la figura 2. La operación de mejora de vídeo S350 según la presente invención se procesa sobre los coeficientes a los que se ha aplicado el proceso inverso a la cuantificación resultantes de la operación antes mencionada S310.

45 El trayecto de codificación según la figura 3 (trayecto inferior) comprende también las operaciones antes mencionadas: cuantificación S380 y codificación por entropía S390. El resultado es un fragmento de vídeo editado, en el que el procesamiento de las imágenes se proporcionó sin ninguna etapa de descompresión en concordancia con la ventaja de concepto inventivo de la presente invención.

50 Lo siguiente describe el fundamento teórico de la manipulación de vídeo basada en DCT en relación con los ajustes de vídeo y contraste aunque sin limitarse a los mismos.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el procesamiento de imágenes puede comprender un ajuste de brillo y contraste, por ejemplo, aunque también se pueden implementar otras técnicas de acuerdo con la etapa inventiva de la presente invención.

55 En esta sección se presenta el fundamento teórico del ajuste de brillo y contraste en el dominio de las señales comprimidas. Las siguientes ecuaciones deducen las manipulaciones correspondientes sobre coeficientes DCT para el ajuste de brillo y contraste.

60 Ajuste de brillo

Si el brillo se aplica a la imagen  $I$  en el dominio espacial, la nueva imagen  $I'$  se definirá como

$$65 \quad I'(i, j) = I(i, j) + K \quad (4)$$

en la que  $K$  es una constante que representa el cambio de intensidad de luminancia. La DCT  $Y(n,m)$  del cuadro editado  $I'(n,m)$  viene dada por:

$$Y'(n,m) = \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 I'(i,j) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16}(2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16}(2j+1)\right)$$

$$Y'(n,m) = \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 [I(i,j) + K] \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16}(2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16}(2j+1)\right)$$

$$Y'(n,m) = \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 I(i,j) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16}(2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16}(2j+1)\right)$$

$$+ \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 K \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16}(2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16}(2j+1)\right)$$

5

$$Y'(n,m) = Y(n,m) + \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 K \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16}(2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16}(2j+1)\right)$$

Obsérvese que para los coeficientes AC para los cuales  $n$  y  $m$  son ambos diferentes de cero, el segundo término en el lado derecho de la ecuación (4) anterior se diluye a cero. No obstante, para el coeficiente DC para el cual  $n=m=0$ , el mismo es igual a la unidad, es decir,

10

$$Y'(0,0) = Y(0,0) + 8 \cdot K$$

Sean  $Y_q$  e  $Y_q'$  los coeficientes DC cuantificados antes y después del ajuste de brillo,

15

$$Y_q'(0,0) = Y_q(0,0) + 8 \cdot K / Q_{DC}$$

Donde  $Q_{DC}$  es la escala de cuantificación para el coeficiente DC.

Por tanto, la ecuación (4) se convierte en:

20

$$Y_q'(n,m) = \begin{cases} Y_q(n,m) + 8 \cdot K / Q_{DC}; m = n = 0 \\ Y_q(n,m); \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

Así, el valor del ajuste de brillo en el dominio de las señales comprimidas,  $K'$ , viene dado por:

25

$$K' = \begin{cases} 8 \cdot K / Q_{DC}; m = n = 0 \\ 0; \text{ en caso contrario} \end{cases} \quad (5)$$

### Ajuste de contraste

Considérese la ecuación de ajuste de contraste dada en la siguiente ecuación:

30

$$I'(i,j) = \lambda \cdot (I(i,j) - \eta) + \eta \quad (6)$$

en la que  $\eta$  es el promedio de las intensidades de píxel de la imagen y  $\lambda$  es el factor de escala de contraste.

35

La  $Y'(n,m)$  de la imagen editada  $I'(i,j)$  viene dada por:

$$Y'(n,m) = \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 I'(i,j) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16}(2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16}(2j+1)\right)$$



$$Y'(n,m) = \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 [\lambda \cdot (I(i,j) - \eta) + \eta] \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j+1)\right)$$

$$Y'(n,m) = \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \lambda \cdot I(i,j) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j+1)\right) \\ + \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \eta \cdot (\lambda - 1) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j+1)\right)$$

$$Y'(n,m) = \lambda \cdot Y(n,m) + \frac{\eta \cdot (\lambda - 1)}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j+1)\right)$$

5 puesto que  $\eta$  está en el dominio de los píxeles, es necesaria una conversión al parámetro correspondiente en el dominio de las señales comprimidas. Las siguientes deducciones convierten  $\eta$  en su homólogo en el dominio de las señales comprimidas:

$$\eta = \frac{1}{8 \cdot 8 \cdot M_1 \cdot M_2} \sum_{x=0}^{M_1-1} \sum_{y=0}^{M_2-1} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 I(8x+i, 8y+j)$$

10 siendo  $M_1$  y  $M_2$  el número de bloques de 8x8 en las dimensiones horizontal y vertical en la imagen.

Sea  $\eta'_{x,y}$  el promedio de la intensidad de píxel de un bloque de 8x8 (x,y):

$$\eta = \frac{1}{M_1 \cdot M_2} \sum_{x=0}^{M_1-1} \sum_{y=0}^{M_2-1} \eta'_{x,y}$$

15 y, para cada bloque de 8x8

$$\eta'_{x,y} = \frac{1}{64} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 I_{x,y}(i,j)$$

$$\eta'_{x,y} = \frac{1}{64} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \left( \frac{1}{4} \sum_{n=0}^7 \sum_{m=0}^7 C_n C_m Y_{x,y}(n,m) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j+1)\right) \right)$$

$$\eta'_{x,y} = \frac{1}{64} \sum_{n=0}^7 \sum_{m=0}^7 \left( Y_{x,y}(n,m) \cdot \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j+1)\right) \right)$$

$$\eta'_{x,y} = \frac{1}{64} \sum_{n=0}^7 \sum_{m=0}^7 Y_{x,y}(n,m) \cdot \Phi_{n,m}$$

20 en la que

$$\Phi_{n,m} = \frac{1}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j+1)\right)$$

Por lo tanto, el lado derecho de

$$Y'(n,m) = \lambda \cdot Y(n,m) + \frac{\eta \cdot (\lambda - 1)}{4} C_n C_m \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 \cos\left(\frac{\pi \cdot n}{16} (2i+1)\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot m}{16} (2j+1)\right)$$

25 se puede escribir como

$$\frac{(\lambda - 1)}{M_1 \cdot M_2} \sum_x \sum_y \eta'_{x,y} \cdot \Phi_{n,m} \\ = \frac{(\lambda - 1)}{M_1 \cdot M_2} \sum_x \sum_y \left( \frac{1}{64} \cdot \sum_{n=0}^7 \sum_{m=0}^7 Y_{x,y}(n,m) \cdot \Phi_{n,m} \right) \cdot \Phi_{n,m}$$

$\Phi_{n,m}$  es la matriz de coeficientes de un bloque de 8x8 con intensidad de todos unos. Se tiene  $\Phi_{0,0} = 8$ , y  $\Phi_{n,m} \approx 0$  para  $n, m \neq 0$ . La ecuación anterior se puede reescribir como:

$$\begin{aligned} & \frac{(\lambda - 1)}{M_1 \cdot M_2} \sum_x \sum_y^{M_1-1, M_2-1} \left( \frac{1}{64} \cdot Y_{x,y}(0,0) \cdot (\Phi_{n,m})^2 \right) \\ &= \frac{(\lambda - 1)}{M_1 \cdot M_2} \sum_x \sum_y^{M_1-1, M_2-1} Y_{x,y}(0,0) \\ &= (\lambda - 1) \cdot \overline{Y_{DC}} \end{aligned}$$

5

en la que  $\overline{Y_{DC}}$  es el promedio de los coeficientes DC de todos los bloques 8x8 en la imagen.

El ajuste de contraste en el dominio de las señales comprimidas se puede escribir como:

10

$$Y'(n,m) = \begin{cases} \lambda \cdot Y(n,m) + (\lambda - 1) \cdot \overline{Y_{DC}} & m = n = 0 \\ \lambda \cdot Y(n,m) & m \neq 0 \text{ o } n \neq 0 \end{cases} \quad (7)$$

Sobre la base de la anterior deducción teórica, las operaciones de ajuste de brillo y contraste se pueden llevar a cabo en el nivel de la DCT. Los siguientes son los detalles de las manipulaciones.

15

Tal como se ha mencionado anteriormente, existen dos tipos de macrobloques en un cuadro, macrobloque Intra-codificado (MB Intra) y macrobloque Inter-codificado (MB Inter). En un MB Intra, se codifican los píxeles originales. En un MB Inter, para aprovechar la redundancia temporal, se codifican únicamente las diferencias de los valores de píxeles originales y los valores de píxeles con compensación de movimiento. Por lo tanto, los valores en un MB Inter representan el cambio del cuadro previo al cuadro actual.

20

#### Macrobloque Intra-codificado (MB Intra)

En un MB Intra, se codifican los píxeles originales. Para el ajuste de brillo, se pueden aplicar (5) y (7) con el fin de manipular los coeficientes DCT para el ajuste de brillo y contraste.

25

- Ajuste del brillo:

La ecuación (5) muestra que solamente es necesario cambiar el coeficiente DC.

30

En las siguientes secciones 1) y 2), se tratan a título de ejemplo un flujo continuo de bits H.263 y uno MPEG-4.

#### 1) Flujo continuo de bits H.263

35

En el H.263, el cuantificador de DC se fija a 8. Por lo tanto, la magnitud de cambio en la intensidad del píxel es exactamente la misma magnitud de cambio en el coeficiente DC.

#### 2) Flujo continuo de bits MPEG-4

40

En el MPEG-4, se puede aplicar una predicción de DC y de AC. Al valor DC cuantificado se le resta el valor DC de predicción del bloque superior o izquierdo antes de la codificación VLC (Código de Longitud Variable). La selección adaptativa de la dirección de predicción DC y AC se basa en una comparación de los gradientes de DC horizontal y vertical en torno al bloque a decodificar. Debido al cambio de valor DC por la aplicación de efectos de mejora, la dirección de la predicción DC se puede cambiar. Basándose en cada bloque, se usa también la mejor dirección (de entre las direcciones horizontal y vertical) para la predicción de coeficientes DC, con el fin de seleccionar la dirección para la predicción de coeficientes AC. Por lo tanto, el cambio en el coeficiente DC afectará a la codificación de coeficientes AC si se aplica la predicción de AC. Esta cuestión se puede resolver forzando la desactivación de la predicción de AC mediante la fijación de la bandera de predicción de AC a 0, de acuerdo con el concepto inventivo de la presente invención. Los coeficientes AC después de aplicar los efectos de mejora se re-codifican con VLC.

45

50

- Ajuste del contraste:

Para ajustar el nivel de contraste se aplica la ecuación (7).

55

Según (7), se requiere el promedio de coeficientes DC de todos los bloques en el cuadro. No obstante, en implementaciones comunes, los bloques se procesan de uno en uno, y el flujo continuo de bits no tiene permitido el acceso aleatorio, es decir, para decodificar el bloque  $i$ , en primer lugar se deben decodificar los bloques anteriores a

*i.* Por lo tanto, para obtener un promedio preciso de coeficientes DC, se requiere un proceso de dos pasadas. La primera pasada recupera los coeficientes DC de todos los bloques en un cuadro con el fin de calcular el promedio. La segunda pasada aplica el ajuste de contraste.

5 Evidentemente, un proceso de dos pasadas incrementará la complejidad computacional. De acuerdo con la presente invención, se adopta un proceso de una pasada. Se aplicará un planteamiento para la estimación del coeficiente DC promedio adicionando progresivamente los coeficientes DC nuevos. Este planteamiento es eficiente y de implementación ventajosa. Dicho planteamiento puede constar de las siguientes etapas:

- 10 1. El coeficiente DC promedio inicial se fija a 1.024, que se corresponde con el nivel medio de la intensidad.
2. Antes de aplicar efectos de mejora a un MB Intra, el valor DC promedio se actualiza de la manera siguiente:

$$\overline{Y_{DC}}(n) = \frac{\overline{Y_{DC}}(n-1) * (n+M) * 4 + \sum_{i=0}^3 Y_{DC}(n,i)}{(n+M+1) * 4} \quad (8)$$

15 siendo  $\overline{Y_{DC}}(n)$  el coeficiente DC promedio estimado para el macrobloque  $n$ ,  $Y_{DC}(n,i)$  es el coeficiente DC del bloque  $i$  en el macrobloque  $n$ .  $M$  es el número de macrobloques en un cuadro.

- 20 3. Aplicar el ajuste de contraste al macrobloque  $n$ , introduciendo el coeficiente DC promedio estimado  $\overline{Y_{DC}}(n)$  en la ecuación (7).

#### Macrobloque inter-codificado (MB Inter)

25 En el ajuste de brillo o de contraste, el efecto de mejora se aplica constantemente a cada cuadro en la secuencia de vídeo. Por lo tanto, en el ajuste de brillo, los cambios de intensidades de píxel en el cuadro previo y el cuadro actual son iguales. Las diferencias entre los dos cuadros consecutivos permanecen invariables. Por tanto, no existe la necesidad de ninguna manipulación sobre el MB Inter para el ajuste de brillo.

30 En el caso del ajuste de contraste, cada cuadro tiene el mismo factor de estiramiento. La representación del ajuste de contraste de un MB Inter en el dominio espacial viene dada más abajo:

La aplicación del ajuste de contraste sobre el cuadro en los tiempos  $t-1$  y  $t$ , da como resultado:

$$I'(i, j, t) = \lambda \cdot (I(i, j, t) - \eta(t)) + \eta(t)$$

$$I'(i, j, t-1) = \lambda \cdot (I(i, j, t-1) - \eta(t-1)) + \eta(t-1)$$

35 Sea  $\Delta I'(i, j, t) = I'(i, j, t) - I'(i, j, t-1)$  la diferencia de intensidad entre los tiempos de codificación  $t-1$  y  $t$  después del ajuste de contraste. Sea  $\Delta I(i, j, t) = I(i, j, t) - I(i, j, t-1)$  la diferencia de intensidad entre el tiempo de codificación  $t-1$  y  $t$  antes del ajuste de contraste. La manipulación correspondiente en el dominio espacial para MB Inter es:

$$40 \quad \Delta I'(i, j, t) = \lambda \cdot [\Delta I(i, j, t) - (\eta(t) - \eta(t-1))] + (\eta(t) - \eta(t-1))$$

$$\Delta I'(i, j, t) = \lambda \cdot \Delta I(i, j, t) + (1 - \lambda) \cdot (\eta(t) - \eta(t-1))$$

45 No obstante, la diferencia de intensidad promedio entre dos cuadros consecutivos,  $[\eta(t) - \eta(t-1)]$ , es habitualmente pequeña, excepto en el caso de un cambio de escena, en cuyo caso la mayoría de macrobloques presentan Intracodificación. El factor  $(1-\lambda)$  es habitualmente un valor pequeño (menor que 1). Por lo tanto, el segundo término en la ecuación anterior se puede ignorar y la manipulación para el MB Inter resulta:

$$\Delta I'(i, j, t) = \lambda \cdot \Delta I(i, j, t)$$

50 Otro objetivo de la presente invención es reducir el efecto de sombra dentro de la secuencia de vídeo. La siguiente sección describe el efecto de sombra y una metodología para combatir dicho efecto de acuerdo con la presente invención. Dicho método se proporciona en el dominio de las señales comprimidas.

#### Efecto de sombra:

55 Cuando se aplica la mejora de vídeo en el dominio de las señales comprimidas, se podía observar un efecto particular cuando se producen cambios en la región que contiene bordes definidos, denominado "efecto de sombra". El motivo del efecto de sombra es que se aplican recortes cuando se reproduce el vídeo.

En el sistema de vídeo digital, un píxel se representa por un cierto número de bits. Una representación habitual es 8 bits. Más específicamente, la luminancia de un píxel puede tener  $2^8=256$  valores posibles (0~255). Cuando se aplican los efectos de mejora de vídeo, los valores de píxel resultantes pueden situarse fuera de rango, es decir, pueden ser superiores a 255 o inferiores a 0, y una manera normalizada para corregir esto es una restricción dentro del rango de 0~255. A este proceso se le denomina recorte.

En la mejora de vídeo en el dominio espacial, esto no representa un problema puesto que el recorte se aplica a la secuencia de imágenes totalmente decodificada antes de que la misma se re-codifique. El flujo continuo de bits de vídeo editado no contiene ningún píxel que esté fuera del rango.

En el dominio de las señales comprimidas, el efecto de mejora se aplica en el nivel de la DCT, tal como ya se ha mostrado en la Figura 3. Los coeficientes DCT después de la edición se pueden corresponder con valores de píxel que están fuera de rango. Estos valores se recortarán en el proceso de decodificación.

El efecto de sombra se introduce por el recorte. Dicho efecto de sombra se puede producir en áreas en las que hay presentes cambios o bordes definidos, por ejemplo, letras blancas sobre un fondo oscuro o similar. Sin la compensación del efecto de sombra, cada borde puede presentar una sombra molesta.

Cuando una región contiene un borde definido, la diferencia de luminancia de las dos áreas adyacentes es muy grande. La aplicación de un efecto de mejora sobre esta región puede provocar que el píxel en una porción de esta región se sitúe fuera de rango, mientras que la otra porción de la región puede seguir estando dentro del rango. En un ejemplo, los píxeles de los dígitos (o letras) son blancos, lo cual se corresponde con un valor próximo a 255. Por otro lado, los píxeles del fondo son negros, lo cual se corresponde con un valor próximo a 0. Cuando el brillo se ajusta en un valor positivo, los píxeles de los dígitos blancos serán mayores que 255, mientras que los píxeles negros del fondo seguirán estando dentro del rango. Cuando se aplica un recorte en el proceso de decodificación, los píxeles fuera del rango se recortarán mientras que los otros permanecerán iguales. En el siguiente cuadro, si los bloques en esta región se inter-codifican, se restablecen únicamente las diferencias entre cuadros consecutivos. Estos residuos no se compensan para el recorte en el cuadro previo. Por lo tanto, cuando los residuos se adicionan al cuadro previo, los píxeles reconstruidos a partir de los píxeles recortados en el cuadro previo aparecerán más oscuros o con más brillo que sus niveles de luminancia designados.

Una sugerencia para resolver este problema, de acuerdo con el concepto inventivo de la presente invención, es compensar los residuos cuando se detectan los píxeles fuera de rango en el cuadro previo. Puesto que los coeficientes DCT se manipulan directamente sin una decodificación completa, los píxeles fuera de rango en el dominio espacial no se pueden identificar. Se puede usar una detección correspondiente en el nivel DCT. Esto se puede realizar fijando umbrales para el coeficiente DC y algunos coeficientes AC. Cuando el coeficiente DC es demasiado grande o demasiado pequeño, y el absoluto de los coeficientes AC es grande, esto significa normalmente que el bloque contiene un borde con contraste definido y algunos de los píxeles están casi fuera de rango y con seguridad se situarán fuera de rango cuando se apliquen efectos de mejora. En este caso, este bloque se decodificará completamente y se almacenará. En el siguiente cuadro, los residuos correspondientes a este bloque se compensarán y se re-codificarán.

Este método requiere una decodificación completa y una re-codificación de algunos bloques. No obstante, se aplica únicamente a los bloques que contienen píxeles fuera de rango. En secuencias de vídeo reales, esta situación no se produce con frecuencia. Por lo tanto, esta medida correctora no hará que aumente de forma significativa la complejidad computacional.

En referencia a la figura 4, se representa un módulo M400 para procesado de imágenes de una secuencia de vídeo comprimida basada en DCT. Dicho módulo comprende dos componentes principales: un componente para proporcionar una secuencia de vídeo comprimida basada en DCT M410 y un componente para llevar a cabo una operación de procesado de imágenes M410 de acuerdo con la presente invención. Ambos componentes están conectados entre sí de manera que la salida de M410 se corresponde con la entrada de dicho componente de procesado de imágenes M420. El componente para proporcionar M410 recibe una secuencia de vídeo representada por un flujo continuo de datos digital y está adaptado para transformar los datos de imagen originales en una secuencia de vídeo basada en DCT y comprimida. Estos datos se pueden usar como entrada para M420 en correspondencia con el componente de procesado de imágenes.

Después de llevar a cabo dicha operación de procesado de imágenes, la fecha se puede suministrar para un uso posterior o se puede almacenar en un componente de memoria, por ejemplo. El fundamento del módulo o componente de procesado de imágenes M420 se ha descrito previamente en referencia a las figuras adjuntas.

La Figura 5 ilustra componentes estructurales principales de un dispositivo electrónico de consumo (CE) portátil o móvil, respectivamente 550, que debería representar de forma ejemplificativa cualquier tipo de dispositivo electrónico de consumo (CE) portátil utilizable con la presente invención. Debería entenderse que la presente invención ni se limita al dispositivo CE ilustrado 550 ni a ningún otro tipo específico de dispositivo CE portátil.

El dispositivo CE portátil ilustrado 550 se materializa de forma ejemplificativa como un teléfono con cámara, el cual designa típicamente un teléfono celular con capacidad de captura de imágenes y fragmentos de vídeo por medio de un sensor de captura de imágenes. En particular, el dispositivo 550 se materializa como un dispositivo basado en un procesador o basado en un micro-controlador, que comprende una unidad de procesamiento central (CPU), unos medios de almacenamiento de datos 520, unos medios de almacenamiento de aplicaciones (no mostrados), medios de comunicación celular que incluyen una interfaz de radiofrecuencia celular (I/F) 580 con una antena de radiofrecuencia 500 y un módulo de identificación de abonado (SIM) 570, medios de entrada/salida de interfaz de usuario que incluyen medios de entrada/salida (I/O) de audio 540 (típicamente un micrófono y un altavoz), teclas, teclado numérico y/o un teclado con un controlador de entrada de teclas (Ctrl) (no mostrado) y una pantalla con un controlador de pantalla (Ctrl) (no mostrado), un sensor de captura de imágenes 510 que incluye típicamente un sensor CCD (dispositivo acoplado por carga) (no mostrado) con un conjunto óptico (no mostrado) para la proyección de imágenes, y un módulo de procesamiento de imágenes M400 (véase también la Figura 4) que representa de forma ejemplificativa una implementación de varios módulos y componentes dependientes e independientes requeridos para la manipulación de imágenes de acuerdo con la presente invención.

El funcionamiento del dispositivo CE 550 es controlado por la unidad de procesamiento central (CPU) típicamente sobre la base de un sistema operativo o aplicación de control básica que controla las características y la funcionalidad del dispositivo CE ofreciendo su uso al usuario del mismo. La pantalla y el controlador de pantalla (Ctrl) son controlados por la unidad de procesamiento central (CPU) y proporciona información para el usuario. El teclado numérico y el controlador de teclado numérico (Ctrl) se proporcionan para permitir que el usuario introduzca información. La entrada de información por medio del teclado numérico la proporciona el controlador de teclado numérico (Ctrl) a la unidad de procesamiento central (CPU), a la cual se le pueden dar instrucciones y/o se puede controlar de acuerdo con la información introducida. Los medios de entrada/salida (I/O) de audio 540 incluyen por lo menos un altavoz para reproducir una señal de audio y un micrófono para grabar una señal de audio. La unidad de procesamiento central (CPU) puede controlar la conversión de datos de audio en señales de salida de audio y la conversión de señales de entrada de audio en datos de audio, en donde, por ejemplo, los datos de audio tienen un formato adecuado para su transmisión y almacenamiento. La conversión de señales de audio desde audio digital a señales de audio y viceversa, la soporta convencionalmente una circuitería digital-a-analógica y analógica-a-digital.

Adicionalmente, el dispositivo CE portátil 550 según una forma de realización específica ilustrada en la figura 5 incluye opcionalmente la interfaz (I/F) celular 580 acoplada a la antena de radiofrecuencia 500 y se puede hacer funcionar con el módulo de identificación de abonado (SIM) 570. La interfaz (I/F) celular 580 está dispuesta como un transceptor celular para recibir señales desde la antena celular, decodifica las señales, las desmodula y también las reduce a la frecuencia de banda base. La interfaz celular 580 proporciona una interfaz por vía aérea, que sirve, conjuntamente con el módulo de identificación de abonado (SIM) 570 para comunicaciones celulares con una estación base (BS) correspondiente de una red de acceso de radiocomunicaciones (RAN) de una red pública terrestre de servicios móviles (PLMN). Así, la salida de la interfaz (I/F) celular 580 consta de un flujo continuo de datos que puede requerir un procesamiento adicional por parte de la unidad de procesamiento central (CPU). La interfaz (I/F) celular 580 dispuesta como un transceptor celular está adaptada también para recibir datos desde la unidad de procesamiento central (CPU), los cuales se transmitirán, por medio de la interfaz por vía aérea, a la estación base (BS) de la red de acceso de radiocomunicaciones (RAN). Por lo tanto, la interfaz (I/F) celular 580 codifica, modula y convierte en sentido ascendente las señales portadoras de datos a la radiofrecuencia que se usará. A continuación, la antena celular transmite las señales de radiofrecuencia resultantes a la estación base (BS) correspondiente de la red de acceso de radiocomunicaciones (RAN) de la red pública terrestre de servicios móviles (PLMN).

El sensor de captura de imágenes 510 se implementa típicamente por medio de un CCD (dispositivo acoplado por carga) y un conjunto óptico. Los dispositivos acoplados por carga que contienen retículas de píxeles se usan para la captura de imágenes digitales en cámaras digitales, escáneres ópticos digitales, y videocámaras digitales como dispositivos sensores de luz. Una imagen es proyectada por un conjunto óptico (una lente o una disposición de una o más lentes) sobre la matriz de condensadores (CCD), provocando que cada condensador acumule una carga eléctrica proporcional a la intensidad de luz en esa posición. Una matriz bidimensional, usada en video digital y cámaras fotográficas digitales, captura la imagen completa o una porción rectangular de la misma. Una vez que la matriz se ha expuesto a la imagen, un circuito de control provoca que cada condensador transfiera su contenido a su vecino. El último condensador de la matriz vierte su carga en un amplificador que convierte la carga en un voltaje. Repitiendo este proceso, el circuito de control convierte el contenido completo de la matriz en un voltaje variable, que muestrea, digitaliza, y proporciona los datos de imagen originales para una manipulación posterior por parte del módulo de procesamiento de imágenes M400. El módulo de procesamiento de imágenes M400 posibilita que el usuario del dispositivo CE 550 fotografíe imágenes digitales fijas y que firme secuencias de vídeo. Convencionalmente, los datos de imagen originales son comprimidos por el módulo de procesamiento de imágenes M400 y almacenados en los medios de almacenamiento de datos. El módulo de procesamiento de imágenes M400 implementa, entre otros, los códecs, es decir, módulos de codificación requeridos para el procesamiento de imágenes digitales fijas y el procesamiento de vídeo (secuencia de imágenes), donde los componentes implementados del módulo de procesamiento de imágenes M400 son preferentemente componentes de aplicación de software, cuyo funcionamiento se puede soportar mediante implementación específica de hardware, lo cual resulta ventajoso para mejorar la capacidad de procesamiento y la funcionalidad del módulo de procesamiento de imágenes M400.

Aún cuando la invención se ha descrito anteriormente en referencia a formas de realización según los dibujos adjuntos, es evidente que la invención no se limita a las mismas sino que se puede modificar de varias maneras dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Método, que comprende:

- 5 - proporcionar (S110) una secuencia de vídeo basada en DCT, con compensación de movimiento, comprimida; y
- aplicar (S120) una operación de procesado de imágenes de por lo menos uno de entre un ajuste de contraste y un ajuste de brillo sobre dicha secuencia de vídeo en el dominio de las señales comprimidas dando como resultado (S130) una secuencia de vídeo comprimida, con procesado de imágenes, siendo dicha aplicación ejecutada ajustando componentes DCT que definen dicha secuencia de vídeo basada en DCT;
- 10 - proporcionar una compensación del efecto de sombra
- 15 decodificando bloques con coeficientes fuera de umbrales fijados para coeficientes DC y AC en un cuadro de dicha secuencia de vídeo basada en DCT;
- compensando residuos correspondientes a dichos bloques en el siguiente cuadro; y
- 20 re-codificando bloques decodificados.

2. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha secuencia de vídeo es un flujo continuo de bits H.263 digital que representa dicha secuencia, en el que el flujo continuo de bits H.263 se decodifica por VLC, se aplica un proceso inverso a la cuantificación sobre coeficientes DCT en el flujo continuo de bits, y las operaciones de procesado de imágenes se aplican a los coeficientes DCT.

3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una magnitud de cambio en la intensidad de los píxeles es exactamente la misma magnitud de cambio en el coeficiente DC aplicando dicho ajuste de brillo de dicha secuencia para macrobloques intra-codificados si dicha secuencia se corresponde con dicho flujo continuo de bits H.263.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha secuencia de vídeo es un flujo continuo de bits MPEG-4 digital que representa dicha secuencia, en el que el flujo continuo de bits MPEG-4 se decodifica por VLC, se aplica un proceso inverso a la cuantificación sobre coeficientes DCT en el flujo continuo de bits, y las operaciones de procesado de imágenes se aplican a los coeficientes DCT.

5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho ajuste de contraste en dicha secuencia representada por dicho flujo continuo de bits MPEG-4 se proporciona como un proceso de una pasada para macrobloques intra-codificados.

6. Producto de programa de ordenador, que comprende unas secciones de código de programa almacenadas en un soporte legible para llevar a cabo el método según una de las reivindicaciones 1 a 5 cuando se ejecuta en un ordenador, un dispositivo basado en microprocesador, un terminal, un dispositivo de red, un terminal móvil, o un terminal portátil habilitado para comunicaciones.

7. Módulo (M400), que comprende:

- un componente (M410) para proporcionar una secuencia de vídeo comprimida basada en DCT; y
- 50 - un componente (M420) para aplicar una operación de procesado de imágenes de por lo menos uno de entre un ajuste de contraste y un ajuste de brillo sobre dicha secuencia de vídeo en el dominio de las señales comprimidas dando como resultado una secuencia de vídeo comprimida, con procesado de imágenes, siendo dicha aplicación ejecutada ajustando componentes DCT que definen dicha secuencia de vídeo basada en DCT;
- 55 - en el que se proporciona una compensación del efecto de sombra
- decodificando bloques con coeficientes fuera de umbrales fijados para coeficientes DC y AC en un cuadro de dicha secuencia de vídeo basada en DCT;
- 60 compensando residuos correspondientes a dichos bloques en el siguiente cuadro; y
- re-codificando bloques decodificados.

8. Módulo según la reivindicación 7, en el que dicho ajuste de contraste se basa en la siguiente expresión:

$$Y'(n,m) = \begin{cases} \lambda \cdot Y(n,m) + (\lambda - 1) \cdot \overline{Y_{DC}} & m = n = 0 \\ \lambda \cdot Y(n,m) & m \neq 0 \text{ o } n \neq 0 \end{cases} \quad (7)$$

en la que:

- $m, n$  son coordenadas en el dominio de la frecuencia;
- $Y'(n,m)$  es la transformada DCT de la imagen editada;
- $\lambda$  es un factor de escala de contraste;
- $Y(n,m)$  es la transformada DCT de la imagen original; y
- $\overline{Y_{DC}}$  es el promedio de los coeficientes DC de todos los bloques dentro de la imagen.

9. Módulo según la reivindicación 7 u 8, en el que dicho ajuste de brillo se basa en la siguiente expresión:

$$Y_q'(n,m) = \begin{cases} Y_q(n,m) + K'; m = n = 0 \\ Y_q(n,m); \text{ en caso contrario} \end{cases}$$

en la que  $K'$  se corresponde con el valor del ajuste de brillo en el dominio de las señales comprimidas y viene dado por:

$$K' = \begin{cases} 8 \cdot K / Q_{DC}; m = n = 0 \\ 0; \text{ en caso contrario} \end{cases} \quad (5)$$

en la que:

- $m, n$  son coordenadas en el dominio de la frecuencia;
- $Y_q'(n,m)$  es la transformada DCT de la imagen editada;
- $Y_q(n,m)$  es la transformada DCT de la imagen original; y
- $Q_{DC}$  es la escala de cuantificación para el coeficiente DC.

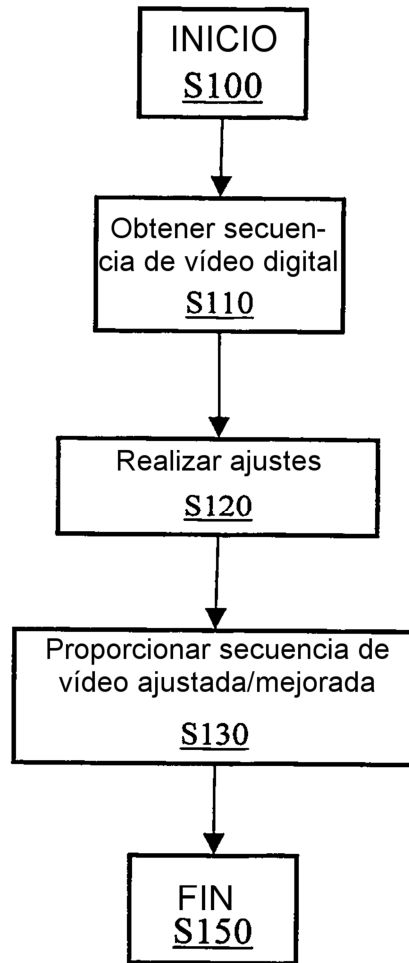
10. Módulo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que dicha secuencia de vídeo es un flujo continuo de bits MPEG-4 digital que representa dicha secuencia, en el que el flujo continuo de bits MPEG-4 se decodifica por VLC, se aplica un proceso inverso a la cuantificación sobre coeficientes DCT en el flujo continuo de bits, y las operaciones de procesamiento de imágenes se aplican a los coeficientes DCT.

11. Módulo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que dicho ajuste de contraste en dicha secuencia representada por dicho flujo continuo de bits MPEG-4 se proporciona como un proceso de una pasada para macrobloques intra-codificados.

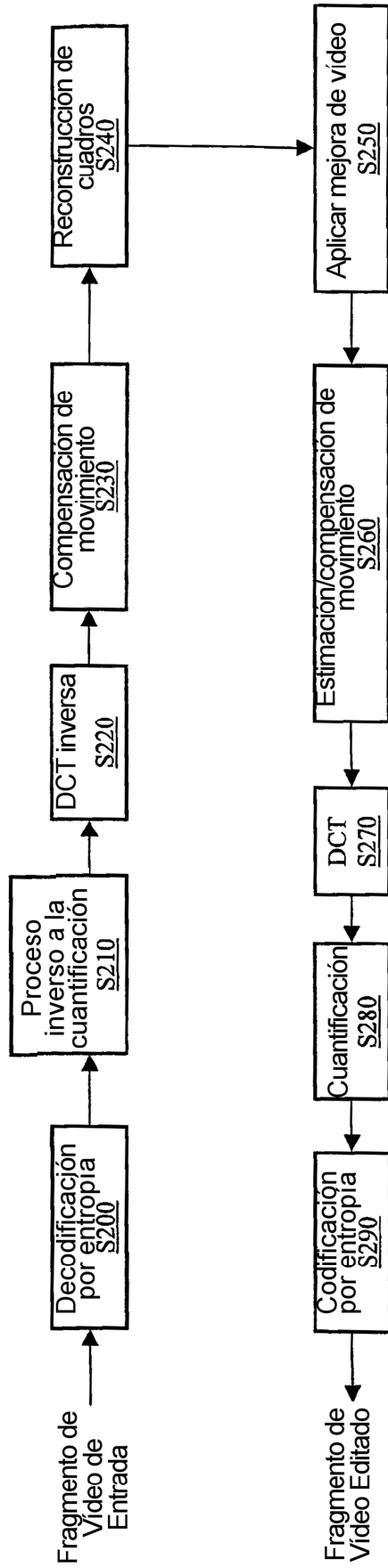
12. Dispositivo electrónico (550), que comprende:

- por lo menos un módulo (M410) para procesamiento de imágenes según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11;
- una interfaz de I/O (540);
- una unidad de memoria (520); y
- un procesador (CPU) adaptado para controlar todas las entidades dentro de dicho dispositivo electrónico.

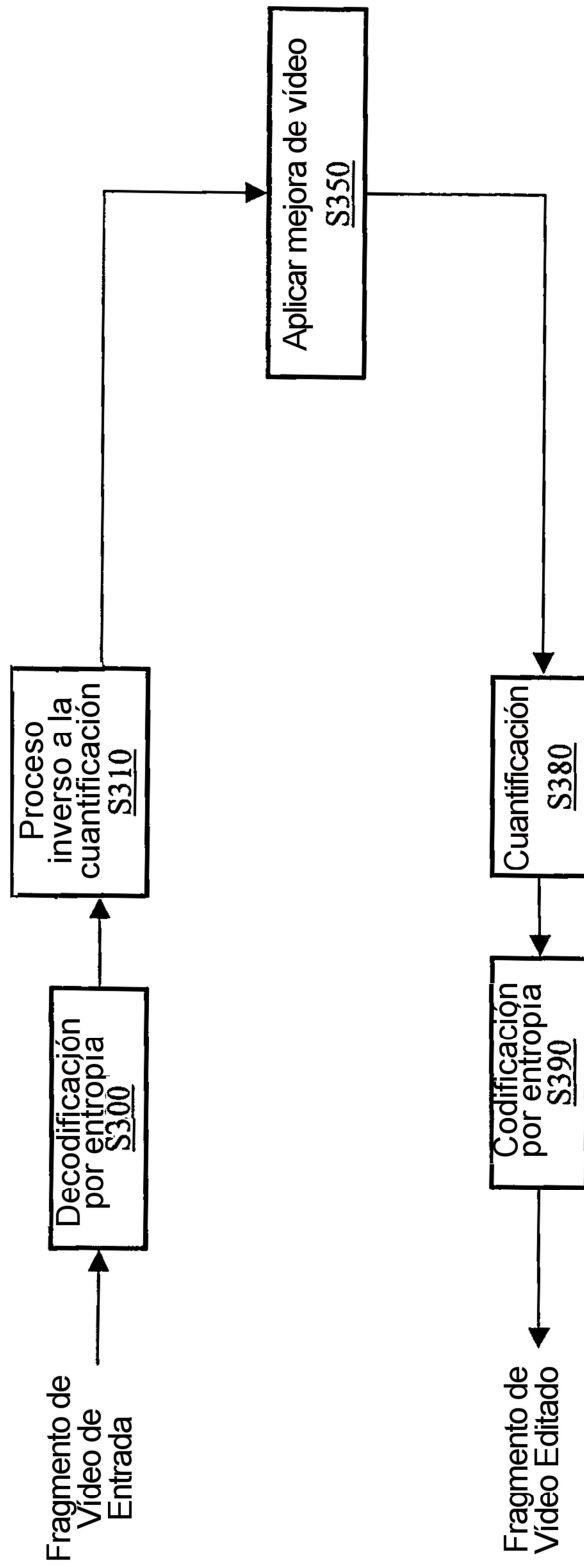


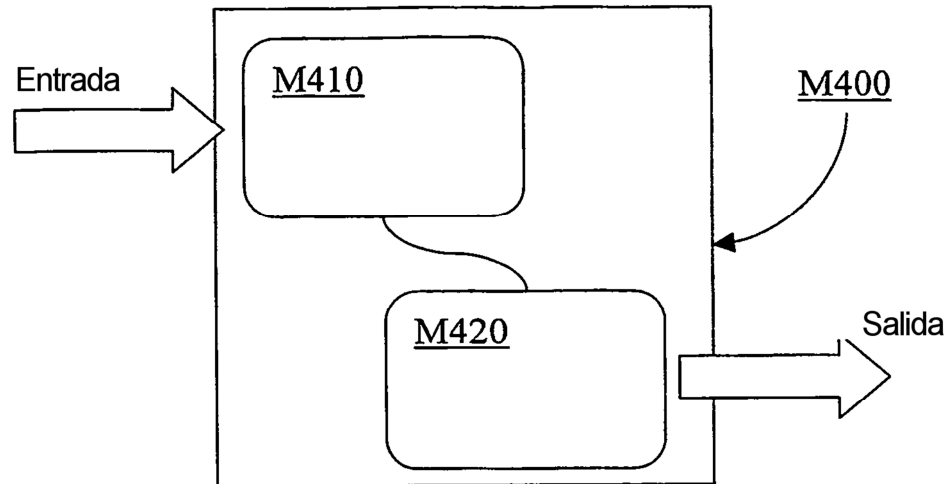


**Fig. 1**

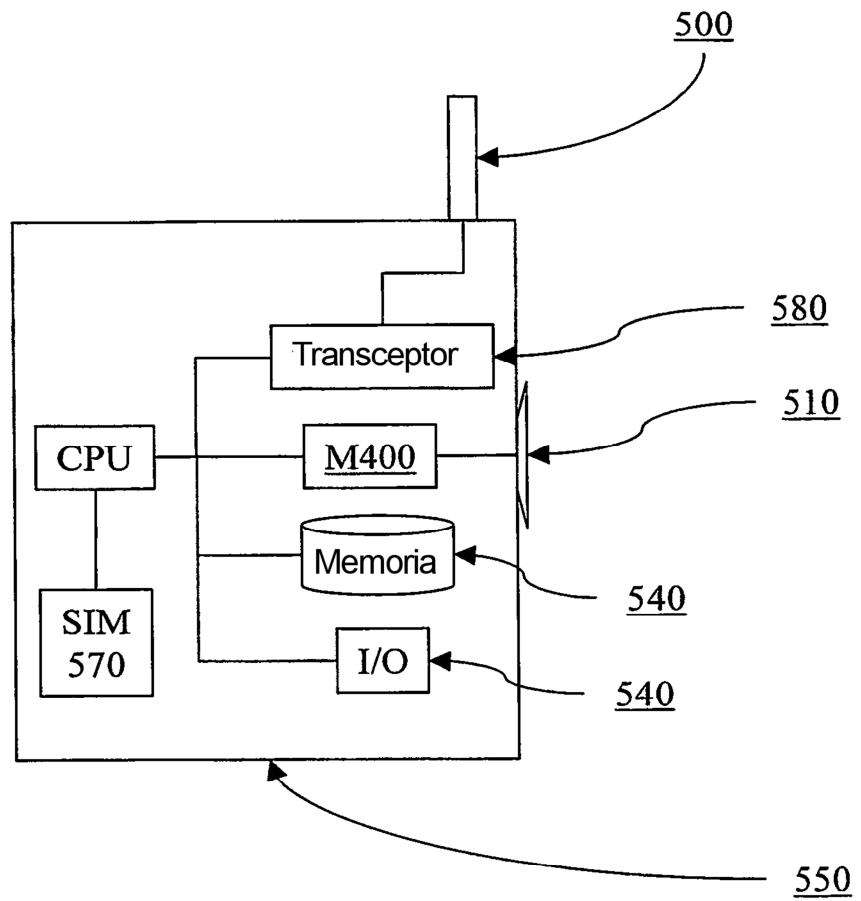


**Fig. 2 (Proceso de mejora de vídeo en el dominio espacial)**





**Fig. 4 (Módulo)**



**Fig. 5 (Dispositivo)**